

ВОЗМОЖНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДОХРАНИЛИЩ НА ТЕРРИТОРИИ ЕТР ПРИ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА

Гречушников М.Г.

Московский государственный университет, Москва (Россия)

E-mail: allavis@mail.ru

Анализ материалов наблюдений гидрометеорологической сети позволил прийти к выводу о влиянии происходящих изменений климата на условия формирования стока и его внутригодовое перераспределение с конца 1970-х годов, в связи с чем выполнены прогностические оценки реакции водных экосистем различных европейских водоемов [5]. В ряде работ, например в [2], выдвинуты сомнения в вероятности существенного глобального потепления, однако данные гипотезы еще не получили количественных оценок в форме климатических моделей, которые могли бы послужить базой прогностических расчетов изменений речного стока и, соответственно, изменений гидрологического и экологического состояний водохранилищ. Поэтому в данной работе рассматривается пока только вероятность их изменения в случае реализации прогностических расчетов климатического потепления.

Для расчета ожидаемых изменений гидрологического режима водохранилищ использована гидрологическая модель водохранилища (ГМВ–МГУ) [3]. Она может быть использована для расчета водного, теплового, солевого балансов и синоптической изменчивости гидрологического режима отдельных районов и участков водохранилищ любого морфологического класса и водохозяйственного назначения. Основа для прогноза изменений притока воды с водосборов водохранилищ – труды коллектива географического факультета МГУ, опубликованные в [4]. В качестве метеорологического форсинга использовались прогностические данные модели INMCM4, разработанной в ИВМ РАН [1]. Для гидрологического моделирования использовались данные эксперимента со сценарием RCP8.5 (наиболее «жесткое увеличение выбросов и соответственно наибольшее потепление климата к концу 21-го столетия).

В прогностических расчетах ежесуточные сбросы воды через гидроузлы сокращены пропорционально ожидаемому уменьшению притока воды с водосбора, иначе водохранилища опорожняются до УМО, что делает невозможным их дальнейшее использование для водоснабжения. В задачи не входило соблюдение всех требований по гарантированной водоотдаче и санитарному пуску, поскольку при существенном сокращении притока к водохранилищу несомненно потребуются пересматривать существующие нормативы. В результате расчетов вероятного изменения гидрологического режима некоторых разнотипных водохранилищ на территории ЕТР при реализации наиболее неблагоприятных прогнозов сокращения стока установлено следующее.

Можно ожидать увеличения внутригодовой амплитуды температуры поверхности воды на 2-3°C для Можайского, Истринского, Ивановского и Цимлянского водохранилищ и до 5°C для Рыбинского водохранилища. Ожидается увеличение продолжительности периода открытой воды за счет более раннего таяния ледяного покрова (на 1 неделю ранее для Рыбинского водохранилища, на 2-3 недели для Можайского и Ивановского водохранилищ и на 4 недели ранее для Истринского и Цимлянского водохранилищ) и более позднего ледостава (на 1-2 недели для Рыбинского и Ивановского водохранилищ, на 4 недели в верховьях и 2,5 недели у плотины Можайского водохранилища, на 2-3 и более недель для Истринского и Цимлянского водохранилищ). При сокращении притока воды с водосбора сократится амплитуда колебания уровня воды в водохранилищах на 1,5 – 2 м. Сократится проточность водохранилищ (Рыбинского в 1,2 раза, Истринского в 1,3 раза, Можайского в 1,4 раза, Цимлянского и Ивановского в 1,5 раза). Наиболее существенное сокращение проточности придется на весенний период при уменьшении слоя стока воды за половодье на притоках. Увеличится продолжительность периода прямой стратификации: от 2-3 декад на Рыбинском водохранилище до 5 декад на Можайском и Истринском водохранилищах (главным образом за счет более раннего ее формирования весной). Наибольшее увеличение разности поверхностной и придонной температуры в глубоководных районах за период с мая по сентябрь ожидается на Рыбинском и Можайском водохранилищах (более 4°C), на Ивановском 3,7°C. Для Цимлянского водохранилища увеличение разности поверхностной и придонной температуры незначительно.

Результаты прогнозируемых изменений кислородного режима Можайского и Истринского водохранилищ на середину XXI в. показывают: в летний период возможно увеличение в водохранилищах объема и продолжительности существования зон аноксии; возможны учащения заморных явлений в случаях длительной антициклонической погоды и прекращения газообмена

между эпилимнионом и гиполимнионом. Усиления цветения вследствие увеличения прогрева воды (и, как результат, сильного пересыщения поверхностных слоев водоемов кислородом) не произойдет; уменьшению продукции органического вещества может способствовать небольшой приток биогенных веществ за маловодное половодье; жаркая погода в начале вегетационного периода при отсутствии существенных похолоданий в дальнейшем способствует формированию устойчивой прямой стратификации и увеличению объема зоны с дефицитом растворенного кислорода; в зимний период при сокращении продолжительности ледостава и большего притока O_2 с речной водой ожидается улучшение кислородного режима (прекращение аноксидного состояния придонных слоев воды).

Данные особенности несомненно повлекут за собой изменения в экосистемах водоемов. Усиление стратификации и увеличение ее длительности препятствуют обмену донных отложений с водной массой биогенными элементами, усиливающими вспышки цветения водоемов в конце лета, когда в придонных слоях в условиях аноksии минеральный фосфор поступает в придонные горизонты. Однако, поперечные циркуляции, вызванные ветровым воздействием, после продолжительной аноksии в придонных горизонтах, отделенных от водной толщи устойчивым слоем скачка, могут способствовать локальным вспышкам цветения. Уменьшение амплитуды колебаний уровня благоприятно для развития макрофитной растительности, снижающей фосфорную нагрузку на водоем, однако общее понижение уровня в условиях усиления недозаполнения до НПУ может сгладить этот фактор за счет увеличения обмена фосфором с донными отложениями при уменьшении глубины. В случае потепления опасный фактор с точки зрения «цветения» водоема (особенно для Истринского водохранилища) – температура воды в придонном слое. При снижении уровня наполнения прогревание придонных слоев может вызвать более раннее наступление фазы всплывания клеток цианобактерий. Увеличение температуры воды в поверхностном слое, наоборот, может являться фактором, ограничивающим цветение. При смещении сроков характерных фаз гидрологического режима можно ожидать более раннее наступление фаз развития основных отделов водорослей. Результаты моделирования показали, что сильного перегрева воды в водохранилищах при климатических изменениях ожидать не следует. Важно, при каком начальном уровне будет формироваться стратификация и при каких погодных условиях, а также будут ли наблюдаться мощные апвеллинги или перемешивание при похолоданиях, чтобы из придонного слоя вынести кормовую базу к поверхности, т.е. увеличатся ли при потеплении размах синоптических колебаний метеорологических характеристик.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 13-05-00137.

Список использованных источников

1. Володин Е.М. Модель общей циркуляции атмосферы и океана с углеродным циклом // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2007. Т. 43. № 3. С. 298-313.
2. Монин А.С., Сонечкин Д.М. Колебания климата по данным наблюдений: тройной солнечный цикл и другие. М. Наука, 2005. 190 с.
3. Пуклаков В.В. Структурные особенности и параметризация алгоритма гидрологической модели водохранилищ // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т. 1. Гидро- и геодинамические процессы. Пермь: ПГУ. 2011. С. 136–142.
4. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и Западной Сибири / Под ред. Н.С. Касимова и А.В. Кислова. М.: МАКС Пресс, 2011. 496 с.
5. Climate Change on Physical Characteristics of Lakes in Europe. JRC scientific and technical reports. 2009. 58 p.